

PENGAWALAN PERALATAN ELEKTRIK DAN KESELAMATAN DI SEKOLAH  
KE ARAH BERCIRIKAN REVOLUSI INDUSTRI 4.0

NURUL SYAHIRAH BINTI RAHAYU

Laporan projek ini dikemukakan sebagai memenuhi  
sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Sarjana Pendidikan Teknikal (Kejuruteraan Elektrik)

Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional  
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia

FEB 2019

## DEDIKASI

Istimewa buat insan-insan yang disayangi

Buat Ayahanda, Bonda dan Nenda

*Rahayu bin Kamaruddin, Noorliah binti Mohamed Shukor  
Mohamed Shukor bin Hussein dan Umi Kalsum binti Cholan*

Adik-Beradik

*Mohamad Shahir Ashraf  
Ahmad Dinie Haziq*

Serta rakan-rakan yang banyak membantu

*Shahrizal Rahim  
Mohammad Nazri Rosli  
Ida Norfaslia Nasidi*

Dan jutaan terima kasih kepada penyelia, PM Ts Dr Saifullizam bin Puteh,  
“Terima Kasih di atas iringan doa dan restu yang sentiasa mengiringi perjuangan  
serta kejayaan ini”

**Semoga Allah sentiasa merahmati kalian semua.**

## PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih dirakamkan kepada penyelia Projek Sarjana, PM Ts Dr Saifullizam Bin Puteh atas bimbingan dan dorongan yang telah beliau diberikan sepanjang tempoh pelaksanaan Sistem Pengawalan Peralatan Elektrik dan Keselamatan di Sekolah ke Arah Bercirikan Revolusi Industri 4.0.

Seterusnya, sekalung penghargaan dan jutaan terima kasih khas ditujukan kepada kepada keluarga tersayang, terutama kepada ayahanda, bonda dan nenda, Rahayu bin Kamaruddin, Noorliah binti Mohamed Shukor, Mohamed Shukor bin Hussein dan Umi *Kalsum binti Cholan* yang sentiasa memberi kata-kata semangat dan titipan doa untuk kejayaan ini dunia dan akhirat serta sentiasa berusaha memberi bantuan untuk saya dalam pelaksanaan projek ini. Tidak lupa juga kepada adik-adik saya di atas jasa kalian yang telah menghulurkan bantuan kepada saya secara langsung atau tidak langsung. .

Tidak dilupakan juga, kepada sahabat saya Shahrizal bin Rahim, Mohammad Nazri Rosli dan Ida Norfaslia Nasidi kerana tidak putus-putus menghulurkan bantuan dan memberikan sokongan kepada saya sepanjang tempoh pelaksanaan projek ini dijalankan serta pihak-pihak yang terlibat dalam menjayakan pembangunan projek ini secara langsung dan tidak langsung.

Penutup kata, segala budi baik dan jasa kalian akan dikenang sehingga hujung nyawa. Semoga Allah merahmati kalian dunia dan akhirat. Sekian, terima kasih.

## ABSTRAK

Era teknologi kini menjurus kepada perubahan revolusi industri 4.0, di mana salah satu ciri-cirinya ialah sistem pengawalan yang menggunakan telefon pintar. Tetapi, masih terdapat lagi segelintir masyarakat yang kurang prihatin terhadap penggunaan tenaga elektrik. Selain itu, terdapat permasalahan keselamatan seperti pencerobohan di kawasan sekolah. Oleh itu, satu sistem Pengawalan Peralatan Elektrik dan Keselamatan bercirikan revolusi industri 4.0 dibangunkan dalam usaha penjimatan tenaga elektrik di samping dapat memantau keselamatan di institusi pendidikan. Pengawalan lampu ini menggunakan dua mod iaitu manual dan automatik manakala sistem pemantauan keselamatan pula akan mendapatkan notifikasi apabila pintu dibuka. Proses pembangunan sistem ini menggunakan model *System Development Life Cycle* (SDLC) sebagai garis panduan. Sistem ini menggunakan aplikasi Blynk bagi mengawal penggunaan lampu dan pemantauan keselamatan. Tambahan lagi, pengesan arus ACS712 digunakan bagi mengesan arus yang digunakan sekali gus mengirakan bil semasa yang digunakan. Papan pengawal mikro yang digunakan dalam sistem ini ialah NodeMCU ESP8266 yang mempunyai sambungan wifi dan sebagai alat menghubungkan aplikasi Blynk dan litar. Aplikasi Blynk ini diprogramkan menggunakan bahasa pengaturcaraan C. Sistem ini juga menggunakan suis magnet sebagai alat pengesan keselamatan dan memberi notifikasi apabila pintu dibuka. Melalui sistem yang dibangunkan, didapati pengawalan lampu berjaya dilakukan walaupun berada di jarak yang jauh dan notifikasi dipaparkan apabila alat pengesan suis magnet mengesan regangan magnet. Sistem ini telah mendapatkan pengesahan daripada tiga orang pakar dalam bidang yang sama dan mendapat maklum balas kebolehfungsiaan daripada guru-guru sekolah menengah. Kesimpulannya, sistem yang dibangunkan dapat mengurangkan tenaga elektrik dengan mengawal penggunaan lampu sekali gus dapat memantau keselamatan walaupun semasa ketiadaan penghuni.

## ABSTRACT

The changing technology is toward to forth industrial revolution, which one of its features is using internet of thing system that use a smartphone. However, there is still a few society that inattentiveness towards electrical energy usage. Apart from that, there is security issue like invasion in school area. Therefore, a Power Management and Safety Control System toward revolution industry 4.0 is developed in the effort of saving electricity as well as can monitoring a safety system in educational institution. The light control is used a two mode which is manual and automatic while the security monitoring system will get a notification when door opened. The development process of this system is uses the System Development Life Cycle (SDLC) model as a guideline. This system uses the Blynk application to control lighting usage and security monitoring. Additionally, ACS712 current sensor used to detect the current used and calculate the current bill. The microcontroller board used in this system is NodeMCU which has a wifi extension and connected between Blynk application and circuits. The Blynk application is programmed by using C programming language. This system also uses a magnetic switch as a security detector and notifies when the door is opened. Through system developed, it is possible to control the lights successfully in long distances and notifications are displayed when a magnetic switch detector detects a distance between switch and magnet. This system got the confirmation from three expert in a same field and get the feedback from secondary school teachers. In conclusion, the developed system can reduce electricity by controlling the usege of lamps at once to monitor security even in the absence of occupants.

## KANDUNGAN

<b>TAJUK</b>	<b>i</b>
<b>PENGAKUAN</b>	<b>ii</b>
<b>DEDIKASI</b>	<b>iii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>KANDUNGAN</b>	<b>vii</b>
<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>x</b>
<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>xi</b>
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	<b>xiv</b>
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1      PENGENALAN</b>	<b>1</b>
1.1      Pendahuluan	1
1.2      Latar Belakang Masalah	2
1.3      Pernyataan Masalah	6
1.4      Objektif Kajian	7
1.5      Persoalan Kajian	8
1.6      Skop Kajian	8
1.7      Batasan Kajian	8
1.8      Konsep Kajian	9
1.9      Kepentingan Kajian	11
1.10     Definisi Operasional	12
1.10.1   Pengawalan Peralatan Elektrik dan Keselamatan	12
1.10.2   Industri 4.0	12
1.10.3   Arduino ESP 8266	13
1.11     Rumusan	13
<b>BAB 2      KAJIAN LITERATUR</b>	<b>14</b>

2.1	Pendahuluan	14
2.2	Pengawalan Peralatan Elektrik	14
2.3	Pengurusan Keselamatan	16
2.4	Pengurusan Tenaga Elektrik di Sekolah	16
2.4.1	Sekolah Pintar	17
2.5	Sistem Automasi Bangunan	18
2.6	Sistem Pengurusan Bangunan	19
2.7	Industri 4.0	20
2.8	<i>Internet of Things</i>	22
2.9	Rangkaian Pengesan tanpa Wayar	25
2.9.1	Topologi Rangkaian Pengesan tanpa Wayar	26
2.10	Sistem Pengurusan	27
2.10.1	Papan Kawalan Mikro	28
2.10.2	Alat Pengesan	30
2.10.3	Peranti Android – Blynk	36
2.12	Rumusan	38
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>39</b>
3.1	Pendahuluan	39
3.2	Reka Bentuk Kajian	39
3.3	Proses Pembangunan Produk	40
3.3.1	Fasa 1: Analisis dan Keperluan Sistem	43
3.3.2	Fasa 2: Reka Bentuk Sistem	44
3.3.3	Fasa 3: Pembangunan dan Perlaksanaan	55
3.3.4	Fasa 4: Pengujian	67
3.3.5	Fasa 5: Penilaian	68
3.4	Kos Peralatan	68
3.6	Rumusan	69
<b>BAB 4</b>	<b>ANALISIS KEJURUTERAAN</b>	<b>70</b>
4.1	Pengenalan	70
4.2	Analisis Litar dan Perisian Pengaturcaraan Kawalan Pengguna	70

4.3	Analisis Litar dan Perisian Pengaturcaraan Papan Mikro NodeMCU	74
4.4	Analisis Pengaturcaraan, Pengiraan dan Kawalan Tenaga	75
4.4.1	Kebolehfungsian Pemantauan Penggunaan Tenaga	76
4.4.2	Kebolehfungsian Kawalan Beban	76
4.4.3	Kebolehfungsian Sistem Keselamatan	78
4.5	Analisis Pakar	79
4.5.1	Aspek Kesesuaian Produk	79
4.5.2	Aspek Reka Bentuk Produk	80
4.5.3	Aspek Kebolehfungsiaan Produk	81
4.6	Analisis Responden	82
4.6.1	Aspek Kesesuaian Produk	83
4.6.2	Aspek Reka Bentuk Produk	84
4.6.3	Aspek Kebolehfungsiaan Produk	85
4.6	Rumusan	86
<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN, KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>87</b>
5.1	Pengenalan	87
5.2	Perbincangan	87
5.3	Cadangan kepada Pihak Berkepentingan	90
5.3	Cadangan Kajian Lanjutan	91
5.4	Kesimpulan	92
	<b>RUJUKAN</b>	<b>93</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>100</b>



## SENARAI JADUAL

1.1	Pembahagian unit jualan pada tahun 2015	3
2.1	Teknologi yang diperlukan di sekolah pintar	17
2.2	Kelebihan dan kekurangan IoT	24
2.3	Konfigurasi kaki ACS712	34
3.1	Komponen dan perisian yang digunakan dalam pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan	45
3.2	Komponen utama pembangunan produk	46
3.3	Perbezaan pin NodeMCU dan Arduino IDE	57
3.4	Penyambungan alat pengesan arus ACS712	61
3.5	Kos peralatan	68
4.1	Analisis paparan sistem pengawalan peralatan elektrik	76
4.2	Analisis sistem kawalan	77
4.3	Penilaian pakar aspek kesesuaian produk	80
4.4	Penilaian pakar aspek reka bentuk produk	81
4.5	Penilaian pakar aspek reka bentuk produk	82
4.6	Analisis responden aspek kesesuaian produk	83
4.7	Analisis responden aspek reka bentuk produk	84
4.8	Analisis responden aspek reka bentuk produk	85

## SENARAI RAJAH

1.1	Konsep kajian adaptasi	9
1.2	Kerangka kajian	10
2.1	Kitaran pengurusan tenaga	15
2.2	Sistem pengurusan bangunan	19
2.3	Elemen revolusi industri 4.0	21
2.4	Komponen IoT	23
2.5	Kerangka konsep IoT	24
2.6	Topologi rangkaian sistem tanpa wayar	26
2.7	Sistem pintar yang menggunakan teknologi IoT	27
2.8	NodeMCU ESP8266	29
2.9	Pin NodeMCU ESP8266	29
2.10	Alat pengesan suhu LM35	30
2.11	Alat pengesan PIR	31
2.12	Alat pengesan suis magnet	32
2.13	Alat pengesan arus ACS712	33
2.14	Penyambungan alat pengesan arus ACS712	33
2.15	Modul geganti	34
2.16	Keadaan geganti apabila kehadiran arus	35
2.17	Litar skematik pengatur voltan	35
2.18	Pengatur voltan model MB102	36
2.19	Aplikasi Blynk di telefon mudah alih	36
2.20	Pelayan aplikasi Blynk	37
3.1	Elemen utama teori DoE	40
3.2	Model pembangunan SDLC	41
3.3	Carta alir pembangunan produk	42
3.4	Sistem kawalan peralatan elektrik dan keselamatan	47
3.5	Paparan Arduino IDE	48

3.6	Cara penambahan <i>library</i> arduino IDE	48
3.7	Muat turun <i>Blynk Libraries</i>	49
3.8	<i>Blynk library</i>	49
3.9	Penambahan <i>Boards Manager</i>	50
3.10	Muat turun pengawal mikro NodeMCU	50
3.11	Pengawal mikro NodeMCU tersedia	51
3.12	Proses daftar masuk ke aplikasi Blynk	51
3.13	Pemilihan tajuk dan peranti yang akan digunakan	52
3.14	Pemilihan <i>widget</i>	53
3.15	Konfigurasi <i>widget</i>	53
3.16	Kod <i>sketch</i> di bahagian contoh Arduino IDE	54
3.17	Kod <i>sketch</i> bagi NodeMCU dan aplikasi Blynk	54
3.18	Sistem notifikasi pintu	55
3.19	Carta alir reka bentuk Sistem Pengawalan Peralatan Elektrik dan Keselamatan	56
3.20	Pin NodeMCU dan Arduino IDE	57
3.21	Butang <i>widget</i> pengawalan lampu	58
3.22	Carta alir penggunaan butang <i>widget</i>	59
3.23	<i>Slider widget</i>	60
3.24	Pengaturcaraan <i>slider widget</i>	60
3.25	<i>Gauge widget</i>	60
3.26	<i>Widget value display</i>	61
3.27	Formula bagi pengiraan tenaga	61
3.28	Carta alir paparan nilai arus dan tenaga	62
3.29	<i>Widget</i> notifikasi	63
3.30	Carta alir penggunaan sistem keselamatan	63
3.31	Sistem pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan	64
3.32	Carta alir keseluruhan sistem pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan	65
3.33	Litar skematik sistem pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan	66
3.34	Pendawaian komponen	67

3.35	Sistem Pengawalan Peralatan Elektrik dan Keselamatan	67
4.1	Pengaturcaraan penggunaan <i>widget</i> butang	71
4.2	Pengaturcaraan bagi pelarasan <i>slider widget</i>	72
4.3	Pengaturcaraan formula bagi pemaparan nilai tenaga dan bil elektrik	73
4.5	Proses pengesahan dijalankan	74
4.6	Proses memuat naik pengaturcaraan ke pengawal mikro NodeMCU	75
4.7	Pengaturcaraan dapat digunakan	75
4.8	Kebolehfungsian produk	78
4.9	Notifikasi keselamatan aplikasi Blynk	78
4.10	Data responden	86



## SENARAI SINGKATAN

AR	-	Augmented reality
BAS	-	Sistem Automasi Bangunan
BMS	-	Sistem Pengurusan Bangunan
CCTV	-	Kamera Kawalan Litar Tertutup
COM	-	Common
CO <sub>2</sub>	-	Karbon Dioksida
CPS	-	Bekalan Kuasa
CT	-	Pengubah arus
DoE	-	Design of Experiment
GND	-	Ground
GPS	-	Global Positioning System
GWh	-	Giga Watt hour
FPGA	-	Field Programmable Array
HTML	-	Hypertext Markup Language
HVAC	-	Heating, Ventilation, Air-conditioner
ICT	-	Teknologi Maklumat dan Komunikasi
IoP	-	Internet People
IoT	-	Internet of Thing
IP	-	<i>Internet Protocol</i>
IR	-	Revolusi Industri
KPM	-	Kementerian Pendidikan Malaysia
LDR	-	Light Dependent Resistor
LED	-	Light Emitting Diode
M2M	-	<i>Machine to machine</i>
NC	-	<i>Normally Close</i>
NO	-	<i>Normally Open</i>
PIBG	-	Persatuan Ibu Bapa dan Guru

PLC	-	Programmable Logic Controller
PIR	-	Pasif Infra Merah
RFID	-	Pengenalpastian Frekuensi Radio
SCADA	-	Kawalan Penyeliaan dan Pemerolehan Data
SDLC	-	<i>System Development Life Cycle</i>
SHEMS	-	Sistem Pengurusan Tenaga di Rumah
UPS	-	Uninterruptible Power Supply
USB	-	<i>Universal Serial Bas</i>
UUM	-	Universiti Utara Malaysia
VR	-	Virtual Reality
WBS	-	Work Breakdown Structure
Wifi	-	Internet tanpa Wayar
Wj	-	Watt jam
WSN	-	Wireless Sensor Network



PTTA UTHM  
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

**SENARAI LAMPIRAN**

A	Carta Gantt PS1 dan PS2	100
B	Pengaturcaraan Keseluruhan Sistem	103
C	Pengesahan Soal Selidik dan Pakar	108



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pendahuluan**

Tenaga elektrik merupakan satu elemen penting bagi melengkapkan keperluan sesebuah bangunan atau kediaman. Setiap bangunan memerlukan tenaga elektrik bagi memenuhi keperluan dari segi pencahayaan, sistem penghawa dingin, alat komunikasi dan sebagainya (Syed Hussain, Ismail, & Md Noh, 2013). Pengurusan tenaga ini merupakan perlaksanaan menyeluruh dalam mencari fakta, perancangan, peningkatan dan penilaian untuk mendapatkan keuntungan dengan pengurangan kos. Pengurusan tenaga ini juga diklasifikasikan sebagai pengawalan peralatan elektrik di mana dapat membantu mengurangkan penggunaan tenaga serta kos yang perlu dikeluarkan. Oleh itu, langkah penjimatan tenaga ini dapat dilaksanakan semasa di rumah, tempat kerja, sekolah serta di mana sahaja dan dapat dijadikan sebagai satu aktiviti yang berterusan.

Keselamatan didefinisikan sebagai satu persekitaran yang dapat menjalankan aktiviti harian dengan selamat, kurang risiko serta tanpa sebarang gangguan dan kemalangan (Mastur et al., 2015). Selain itu, mereka terlibat dengan pelbagai aktiviti yang dapat mendedahkan mereka kepada risiko ancaman keselamatan. Pihak kerajaan juga memperuntukkan bajet khas bagi memperbaiki pengurusan keselamatan di kawasan sekolah. Pelbagai inisiatif diambil bagi mengelakkan kes yang sama berulang semula. Antaranya ialah perlu mempunyai sistem kawalan yang lebih ketat dan rekod keluar masuk orang luar ke sekolah serta kerap memeriksa kawasan yang terselindung, tersembunyi dan gelap bagi mengelakkan sebarang insiden yang tidak baik berlaku (KPM, 2011).

Era industri 4.0 merupakan kebangkitan baharu dalam industri dengan mengalami beberapa perubahan dan penambahbaikan terutamanya berkaitan kemajuan teknologi. Revolusi ini memperkenalkan mesin dan robot mula menjalankan



tugas tanpa melibatkan tenaga manusia. Selain itu, era baru ini menekankan penggunaan internet yang berleluasa dan digunakan di serata tempat apabila diperlukan dikenali sebagai *Internet of Things* (IoT). Selain itu, elemen yang terdapat dalam perkembangan industri 4.0 ialah *Cloud Computing* di mana dapat menyimpan data, komunikasi serta analisis data. *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR) juga merupakan elemen yang dapat menarik perhatian kanak-kanak terutamanya dan juga digunakan sebagai pembelajaran di masa kini.

## 1.2 Latar Belakang Masalah

Tenaga elektrik merupakan keperluan asas yang sangat diperlukan oleh semua individu di era moden ini. Kini, penggunaan tenaga semakin meningkat, manakala sumber tenaga pula semakin berkurangan (Sindhuja & Balamurugan, 2015). Disebabkan penggunaan tenaga meningkat secara mendadak, maka sumber tenaga perlu diperbaharui dengan lebih efisien. Menurut Tan (2010), sekolah banyak menggunakan tenaga elektrik terutamanya bagi tujuan pencahayaan dan penyejukan. Menurut kajian yang dijalankan di lima buah sekolah di Kuala Lumpur selama lima bulan, 60 peratus digunakan bagi tujuan penyejukan, 30 peratus bagi pencahayaan manakala 25 peratus untuk penggunaan komputer. Projek Tindakan Kecekapan Tenaga Sekolah Menengah dijalankan melalui geran ExxonMobil dan didapati penjimatan berjaya dilakukan sebanyak 525 kilowatt sejam dengan mengurangkan penggunaan lampu, penghawa dingin dan kitar semula.

Penjanaan tenaga elektrik ini adalah berasaskan minyak, arang batu serta tenaga hidro di mana tidak dapat diperbaharui apabila sumber tersebut kekurangan bekalan. Tanpa tenaga elektrik, kesemua operasi di setiap bangunan akan tergendala dan terganggu. Pada tahun 2012, penggunaan bahan api bagi tujuan penjanaan elektrik adalah sebanyak 44.7% menggunakan arang batu, 42.5% gas, 3.7% berasaskan minyak, 3.4% berasaskan *distillate* dan 5.7% berasaskan hidro. Walaubagaimanapun, penggunaan tenaga elektrik menjelang 2020 ialah 60% menggunakan arang batu, 23% gas, 15% hidro dan 2% daripada sumber yang boleh diperbaharui. Hasil ini adalah daripada pengujian yang telah dijalankan oleh pihak kerajaan di mana bertujuan untuk mengurangkan penggunaan bahan api (Syed Hussain et al., 2013)

Oleh itu, untuk menangani masalah penggunaan tenaga secara berlebihan ini, konsep penjimatan tenaga perlu diketengahkan. Bagi mengurangkan pembaziran tenaga, pemantauan penggunaan tenaga elektrik perlulah dilaksanakan secara berterusan. Seiring dengan perkembangan teknologi industri 4.0, pemantauan dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengesan dan data dapat disimpan serta dikemas kini secara berterusan menggunakan pangkalan data seperti Ubidots, Xively or Think Speak (Sindhuja & Balamurugan, 2015). Dengan menggunakan kaedah pemantauan ini, penggunaan tenaga dapat dikurangkan.

Menurut Suruhanjaya Tenaga (2015), jumlah unit penjanaan pada tahun 2015 adalah sebanyak 27 347 GWh. Jumlah ini semakin meningkat dari tahun 2011. Manakala, bagi jumlah unit jualan pula ialah sebanyak 105 562 GWh pada tahun 2015 yang telah digunakan di mana semakin meningkat saban tahun. Pada tahun 2012 hanya menggunakan sebanyak 97 256 GWh, 101 105 GWh pada tahun 2013 dan 103 465 GWh pada tahun 2014. Oleh yang demikian, hasil jualan elektrik juga adalah tinggi berdasarkan penggunaan rakyat Malaysia iaitu sebanyak RM 41 646 juta yang telah digunakan oleh 8 490 643 unit. Jumlah unit jualan yang tertinggi penggunaannya ialah dalam sektor industri seperti yang dinyatakan dalam Jadual 1.1 di bawah.

Jadual 1.1: Pembahagian unit jualan pada tahun 2015 (Suruhanjaya Tenaga, 2015)

Sektor	Unit jualan, GWh	Peratusan (%)
Domestik	23 231	22.01
Komersial	36 645	34.71
Industri	43 754	41.45
Lampu awam	1 357	1.29
Perlombongan	105	0.10
Eksport	3	0.003
Lain-lain termasuk pertanian	467	0.44

Pemantauan sistem penggunaan tenaga dapat menambah baik kecekapan tenaga. Penambahbaikan kecekapan tenaga ini dapat memberi manfaat kepada alam (Patterson, 1996). Kecekapan tenaga mempunyai dua konsep utama iaitu persekitaran dan ekonomi. Bagi konsep persekitaran, ia dapat mengurangkan perlepasan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Manakala, bagi konsep ekonomi pula, dapat mengurangkan kos serta memastikan rangkaian yang digunakan dapat dijalankan seperti yang dikehendaki dan dapat mengimbangi kos bagi penggunaan tenaga (Bolla et al., 2011).

Kecekapan tenaga dapat memberikan pulangan yang lumayan dan dengan menggunakan kecekapan tenaga yang lebih banyak dapat mengurangkan keperluan bahan api fosil dan sumber tenaga baru dapat diperbaharui (Wei, Patadia, & Kammen, 2010). Kebanyakan tenaga yang digunakan adalah di dalam bangunan. Bagi meningkatkan kecekapan tenaga di dalam bangunan, penggunaan tenaga yang rasional dan perlu memastikan keselesaan bangunan. Penjimatan tenaga ini dapat dilaksanakan dengan perancangan bangunan, reka bentuk, pembinaan, proses transformasi dan penggunaan, melaksanakan piawaian kecekapan tenaga, menggunakan teknologi penjimatan tenaga, teknik dan bahan peralatan, penghawa dingin dan pengurusan sistem tenaga serta menggunakan tenaga yang boleh diperbaharui (Wei & Li, 2011).

Satu sistem pengawalan tenaga dalam satu perusahaan adalah berdasarkan seni bina di mana menggabungkan sistem IoT serta beberapa teknologi seperti peralatan digit, rangkaian komunikasi, pentadbiran berpusat dan juga pengawasan serta kawalan dari jauh. IoT adalah merujuk kepada sambungan rangkaian yang sering dilengkapi oleh sistem perisian. IoT juga akan meningkatkan penggunaan internet dengan menggabungkan peranti bagi sistem komunikasi dengan peranti lain (Nakrani et al., 2017). Statistik menunjukkan bahawa sistem IoT akan meliputi 50 bilion objek menjelang 2020. Integrasi internet akan menggunakan alamat IP unik di mana peranti yang disambungkan (Sindhuja & Balamurugan, 2015). Sistem IoT juga bukan hanya bertanggungjawab berkaitan alat pengesan, tetapi bertindak balas dengan arahan yang lain dan arahan tindakan. Sistem IoT ini adalah lebih mudah untuk dibina.

Menurut Lanzisera et al. (2014), cara untuk menyelesaikan masalah kecekapan tenaga ialah menggunakan konsep Berkomunikasi dengan Bekalan Kuasa (CPS) untuk memindahkan maklumat yang berkaitan dengan tenaga dan dapat mengawal maklumat di antara peranti dan pengurusan bangunan. (Hu & Li, 2013) menggunakan sistem *hardware* sebagai contoh Sistem Pengurusan Tenaga di rumah (SHEMS) yang mengandungi aplikasi berkaitan komunikasi serta teknologi alat pengesan di mana dapat mengesan aktiviti yang dijalankan. Sistem ini dapat mengurangkan jumlah bil elektrik tanpa memerlukan kehadiran manusia.

Keselamatan di sekolah semakin merosot ekoran kejadian gengsterisme dan membakar sekolah oleh pelajar yang semakin menjadi isu yang hangat diperkatakan. Setiap hari terdapat sahaja laporan akhbar menceritakan tentang keselamatan pelajar

(Mohd Amin, A.Ghani, & Ab. Latif, 2015). Menurut Zainol, Radzi & Omar (2011), orang kurang siaman telah memasuki kawasan sekolah di Kedah dan bertindak memeluk seorang pelajar dan ingin mencederakan pelajar tersebut. Razali et al. (2017), pula berkata, beberapa orang pelajar berjaya memasuki kawasan sekolah tahfiz di Kuala Lumpur dan membakar sekolah tersebut. Kini, sekolah di Kuching berhadapan dengan ancaman orang luar serta keluar masuk orang luar ke kawasan sekolah (Ahmad, 2017).

Menurut (Christine, 2017), kebanyakan sekolah menghadapi kekangan dalam mengatasi sistem keselamatan di sekolah dan tidak mempunyai sistem keselamatan yang ketat. Contohnya, sistem kawalan di pondok keselamatan itu sendiri yang tidak mengambil nama pelawat yang keluar masuk di kawasan sekolah. Rekod keluar masuk ke kawasan sekolah boleh dirujuk sekiranya terdapat sebarang kecelakaan yang berlaku dalam kawasan sekolah. Selain itu, isu terdapatnya seekor ular di dalam bilik sukan adalah amat membahayakan keselamatan pelajar, guru dan staf yang lain atas dasar kelemahan sistem keselamatan di sekolah.

Sebanyak 40 peratus daripada jumlah sekolah di Malaysia menghadapi risiko yang tinggi terdedah kepada perlakuan jenayah di kalangan pelajarinya seperti mencuri, mencabul, mengugut, merogol, dan membunuh (Mohd Amin et al., 2005). Pelbagai pihak menuding jari kepada ibu bapa, Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM), polis dan Persatuan Ibu Bapa dan Guru (PIBG) berkaitan masalah disiplin dan keselamatan sekolah. Bagi menangani masalah di sekolah ini, beberapa pihak perlu mengambil langkah keselamatan. Contohnya pihak pengawal keselamatan perlu memantau dan membuat rondaan di seluruh kawasan sekolah bagi memastikan tiada perkara yang tidak diingini berlaku. Jika terdapat sebarang insiden yang mencurigakan, pihak pengawal keselamatan dapat melaporkan kepada pihak sekolah dengan segera (Christine, 2017). Selain itu, rondaan juga perlu diadakan bukan bermusim, malah perlu dilakukan dengan kerap. Selain itu, ibu bapa serta pihak guru juga perlu menekankan serta mengajar anak-anak berkaitan asas keselamatan dan apa yang perlu mereka lakukan ketika kecemasan.

Menurut Assaf et al. (2012), beliau memperkenalkan sistem keselamatan dan kawalan rumah menggunakan *field programmable array* (FPGA). Sistem ini adalah untuk mengawal dan berkomunikasi dengan pengguna menggunakan pelayan web. Pelayan web ini dibina menggunakan HTML atau Javascript. Kajian lain menunjukkan bahawa penggunaan arduino mampu menguruskan tenaga serta keselamatan. Kajian

Nagarajan et al. (2017), membina satu sistem untuk rumah pintar bagi memperoleh keselesaan, pengurusan tenaga yang baik serta dapat mengawal keselamatan rumah. Sistem ini memerlukan Arduino Uno, ESP 8266 *wifi shield*, punca kuasa serta litar ganti. ESP 8266 ini direka untuk digunakan dalam *Wireless Sensor Network* (WSN).

Menurut Saraswati, Hulseman, & Bauer (2017) walaupun langkah kecekapan tenaga dapat menguruskan tenaga dan penjimatan kos, dalam masa yang sama pembelajaran pelajar adalah lebih baik. Terdapat peningkatan prestasi pelajar selepas langkah pengurusan tenaga dijalankan. Di Eropah, mereka juga menggunakan IoT sebagai pendekatan bagi mengurangkan penggunaan tenaga elektrik (Mylonas et al., 2017). Dalam masa yang sama, bagi mempercepatkan penurunan kadar penggunaan tenaga, mereka melibatkan para pelajar dengan melakukan pelbagai aktiviti yang menjurus kepada pendekatan dan kesedaran penggunaan tenaga. Mereka mereka alatan menggunakan teknologi IoT yang berkomunikasi dengan pengkomputeran awan. Antara alat pengesan yang digunakan dalam kajian ini ialah alat pengesan suhu, kelembapan, aktiviti dan tahap bunyi (Mylonas et al., 2017).

### 1.3 Pernyataan Masalah

Kesedaran penjimatan kadar pengguna elektrik masih kurang. Masih ramai yang menganggap masalah ini remeh kerana pembayaran bil bukan menjadi beban kepada mereka. Sekolah juga banyak menganjurkan kempen kesedaran dalam penggunaan tenaga elektrik, tetapi masih tidak dapat hasil yang baik. Pelbagai denda diperkenalkan, tetapi masih tidak dapat membantu mengurangkan kos elektrik. Menurut Syed Hussain et al., (2013), pelajar di Universiti Utara Malaysia (UUM) juga memiliki kesedaran yang rendah dalam penjimatan tenaga elektrik. Manakala, kemalangan di kawasan sekolah juga sering terjadi seperti pencerobohan orang luar, kecederaan, kes buli mahupun kebakaran. Bagi kes pencerobohan, sistem kawalan adalah sangat tidak ketat lantaran kekurangan kakitangan dan perlu menjaga keseluruhan kawasan sekolah termasuk asrama.

Kini, Jabatan Tenaga Nasional Berhad (TNB) sedang memasang meter pintar dalam membantu pengguna merancang dan mengawal penggunaan tenaga elektrik dengan lebih efisien. Sistem ini perlu menggunakan aplikasi yang telah dibina bagi mendapatkan maklumat berkaitan penggunaan tenaga elektrik. Aplikasi ini juga

menyatakan maklumat berkaitan dengan jumlah ringgit dan sen dalam setiap setengah jam bagi mengenal pasti pembaziran tenaga elektrik yang digunakan dan perlu mengambil langkah pengawalan (Berita Harian, 2018).

Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi menyelesaikan masalah yang dihadapi dengan membangunkan sistem dengan menggunakan teknologi IoT. Pembangunan sistem IoT di sekolah, dapat meneroka dan mengawal setiap peranti dengan menggunakan sambungan internet. IoT adalah langkah merubah sistem sekolah sedia ada kepada sistem sekolah pintar. Sekolah pintar boleh diklasifikasikan sebagai teknologi yang menyediakan persekitaran yang mudah, selesa, selamat, mempunyai sistem pengawalan tenaga elektrik dan mampu menguruskan sistem keselamatan sekolah. Sistem pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan di sekolah ini dapat dikawal dengan menggunakan peranti serta sambungan internet.

Kini, penggunaan internet di telefon bimbit serta komputer merupakan keperluan asas bagi setiap individu. Oleh yang demikian, penggunaan internet mampu untuk mengawal peralatan asas seperti lampu, kipas, penghawa dingin, komputer, kamera litar tertutup dan lain-lain. Mengawal dan mengendalikan objek merupakan objektif utama bagi sekolah pintar dengan menggunakan internet. Sistem ini mudah digunakan dan direka untuk digunakan sebagai peranti mudah alih. Sistem ini menggunakan pelayan web seperti telefon bimbit untuk mengawal objek.

#### **1.4 Objektif Kajian**

Objektif kajian untuk menghasilkan produk ini ialah:

- (i) Menenal pasti sistem hubungan bagi menghubungkan bahagian alat pengesan dan alat kawalan dalam menguruskan pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan ke arah revolusi industri 4.0.
- (ii) Membangunkan satu sistem pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan di sekolah yang bercirikan revolusi industri 4.0.
- (iii) Menguji kebolehfungsian sistem yang dihasilkan bagi tujuan pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan di sekolah ke arah bercirikan revolusi industri 4.0.



### 1.5 Persoalan Kajian

Bagi memastikan objektif kajian tercapai dan memastikan perjalanan kajian adalah terancang dan teratur, persoalan kajian telah dikenal pasti seperti berikut:

- (i) Apakah sistem hubungan yang sesuai bagi menghubungkan bahagian alat pengesan dan alat kawalan dalam pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan ke arah revolusi industri 4.0?
- (ii) Bagaimanakah sistem pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan di sekolah dibangunkan selari dengan ciri-ciri revolusi industri 4.0?
- (iii) Sejauh manakah tahap kebolehfungsian sistem yang dibangunkan bagi pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan di sekolah yang bercirikan revolusi industri 4.0?

### 1.6 Skop Kajian

Skop kajian ini adalah membangunkan sistem pengawalan peralatan elektrik dan keselamatan di sekolah ke arah revolusi industri (IR) 4.0. Sembilan elemen utama IR 4.0 ialah robot autonomi, simulasi, sistem integrasi, IoT, keselamatan siber, data pengkomputeran awan, pembuatan tambahan, *augmented reality* serta data dan analisis (Rüßmann et al., 2015). Sistem ini hanya menggunakan teknologi IoT di mana menggunakan peralatan utama seperti NodeMCU dan aplikasi Blynk di telefon mudah alih bagi mengawal penggunaan peralatan elektrik seperti lampu dan keselamatan pintu. Perisian bagi pembangunan sistem ini ialah menggunakan Arduino IDE.

### 1.7 Batasan Kajian

Atas kekangan masa dan kos, kajian ini hanya akan dijalankan di sekolah dengan mendapatkan maklum balas daripada para guru mengenai produk yang dibangunkan menggunakan prototaip dan edaran soal selidik berkaitan dengan kebolehfungsiaan sistem pengawalan tenaga elektrik dan keselamatan. Prototaip yang dibangunkan hanya menggunakan lampu sebagai model dan dapat diaplikasikan pada perkakasan elektrik yang lain.

Berdasarkan Rajah 1.1, terdapat beberapa peralatan elektrik di dalam sebuah bilik di kawasan sekolah. Setiap peralatan dipasang dengan alat pengesan bagi menguruskan tenaga serta keselamatan di bilik tersebut. Alat pengesan yang digunakan ialah pengesan suhu, pergerakan serta pergerakan di pintu dan tingkap di mana bagi tujuan keselamatan. Setiap data alat pengesan dihantar dan diterima oleh nod pengesan bagi memantau penggunaan kuasa, seterusnya disambungkan kepada



## RUJUKAN

- A, J. C., Nagarajan, R., Satheeshkumar, K., Ajithkumar, N., Gopinath, P. A., & Ranjithkumar, S. (2017). Intelligent Smart Home Automation and Security System Using Arduino and Wi-fi. *International Journal Of Engineering And Computer Science*, 6(3), 20694–20698. <https://doi.org/10.18535/ijecs/v6i3.53>
- Abd Wahab, Z. (2008). *Pengenalan kepada aplikasi penjimatan tenaga*. Technology.
- ACS712 Current Sensor Module Pinout, Specifications, Circuit & Datasheet. (2018, April 17). Retrieved July 2, 2018, from <https://components101.com/sensors/acs712-current-sensor-module>
- Ahmad, M. L. (2017). Baikpulih segera sekolah daif. *BH Online*.
- Allurwar, N. (2016, September 27). How does Internet of Things works?- Simple explanation of IoT Architecture with examples. Retrieved January 9, 2019, from <https://iotdunia.com/iot-architecture/>
- Amazon. (2018). MB102 Breadboard Power Supply Module 3.3V/5V for Arduino Board Solderless Breadboard.
- Anderson, M. J., & Whitcomb, P. J. (2000). *DOE simplified : practical tools for effective experimentation*. Productivity.
- Argawal, T. (2014). Introduction to Wireless Sensor Networks Types and Applications. Retrieved January 10, 2019, from <https://www.elprocus.com/introduction-to-wireless-sensor-networks-types-and-applications/>
- Assaf, M. H., Mootoo, R., Das, S. R., Petriu, E. M., Groza, V., & Biswas, S. (2012). Sensor based home automation and security system. In *2012 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings* (pp. 722–727). IEEE. <https://doi.org/10.1109/I2MTC.2012.6229153>
- Atlanta Office. (2016). SDLC: Seven Phases of the System Development Life Cycle. Retrieved December 14, 2017, from

<https://www.innovativearchitects.com/KnowledgeCenter/basic-IT-systems/system-development-life-cycle.aspx>

- Bagas, S. (2016). WELCOME :): Penjelasan Fungsi-Fungsi Sensor Dalam Sistem Elektronik. Retrieved January 10, 2019, from <http://isandisand.blogspot.com/2016/11/penjelasan-fungsi-fungsisensor-dalam.html>
- Barbato, A., Borsani, L., Capone, A., & Melzi, S. (2009). Home Energy Saving through a User Profiling System based on Wireless Sensors \*.
- Berita Harian. (2018). Aplikasi MyTNB bantu pengguna meter pintar pantau penggunaan elektrik. Retrieved January 9, 2019, from <https://www.bharian.com.my/bisnes/korporat/2018/12/512496/aplikasi-mytnb-bantu-pengguna-meter-pintar-pantau-penggunaan-elektrik>
- Bolla, R., Bruschi, R., Davoli, F., & Cucchietti, F. (2011). Energy Efficiency in the Future Internet: A Survey of Existing Approaches and Trends in Energy-Aware Fixed Network Infrastructures. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 13(2), 223–244. <https://doi.org/10.1109/SURV.2011.071410.00073>
- Brasel, R., Brasel, J., & Kopocis, C. (2011). What is Building Automation. Retrieved December 19, 2017, from [http://www.controls-services.com/learning\\_automation.htm](http://www.controls-services.com/learning_automation.htm)
- Chao. (2013, October 9). ACS712 Current Sensor Read. Retrieved January 10, 2019, from <https://www.electrodragon.com/acs712-current-sensor-read/>
- Chasta, R., Singh, R., Gehlot, A., Mishra, R. G., & Choudhury, S. (2016). A SMART building automation system. *International Journal of Smart Home*, 10(9), 217–224. <https://doi.org/10.14257/ijsh.2016.10.9.20>
- Christine. (2017). Ciri-ciri Keselamatan Di Sekolah. *Scribd*.
- D, S. R., & Kumar, S. (2014). PLC application in automated Building, 8339–8342.
- Daud, S. S. (2012). Definisi keselamatan.
- Deshpande, T., & Ahire, N. (2016). Home Automation Using the Concept of IoT. *IJCSN International Journal of Computer Science and Network ISSN*, 5(3), 2277–5420.
- Gunasundari, B., & Science, C. (2017). Iot Based Smart Led Street Lighting, 2(4), 72–75.

- Hu, Q., & Li, F. (2013). Hardware Design of Smart Home Energy Management System With Dynamic Price Response. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 4(4), 1878–1887. <https://doi.org/10.1109/TSG.2013.2258181>
- Jaaffar, I. (2017, March 22). Cara Jimat Elektrik Untuk Kurangkan Bayaran Bil Elektrik. Retrieved January 9, 2019, from <https://jomurusduit.com/2017/03/cara-jimat-elektrik.html>
- Jazlan. (2014). Pengurusan keselamatan di sekolah, tidak memuaskan.
- Jesani, P. P., Raval, P. T. J., & Chaudhary, P. K. A. (2017). A Review On IoT Based Smart Home Using Blynk Framework, (5), 624–632.
- Justin. (2017, February 28). SDLC and System Analysis Reflection. Retrieved December 23, 2018, from <https://zjustin.wordpress.com/2017/02/28/sdlc-and-system-analysis-reflection/>
- Kalaivanan, S., & Manoharan, S. (2016). Monitoring and controlling of smart homes using IOT and low power wireless technology. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(31). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i31/92701>
- Kalapahejo. (2014). Wifi. Retrieved December 23, 2017, from <https://openclipart.org/detail/194821/wifi-symbol>
- Kamarudin, K. (2014). Education News Update. *Http:// Wwww.Bernama.Com*, 82(4), 264–270.
- Kastner, W., Neugschwandtner, G., Soucek, S., & Newman, H. M. (2005). Communication systems for building automation and control. *Proceedings of the IEEE*, 93(6), 1178–1203. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2005.849726>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2011). Pengurusan Keselamatan Murid di Sekolah.
- Ken. (2017). YwRobot Breadboard Power Supply Module.
- Lanzisera, S., Weber, A. R., Liao, A., Pajak, D., & Meier, A. K. (2014). Communicating Power Supplies: Bringing the Internet to the Ubiquitous Energy Gateways of Electronic Devices. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(2), 153–160. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2307077>
- Leapaust. (2017). Industry 4.0 - Harness IoT, Cloud, AR and Digital Twin with LEAP Australia. Retrieved January 9, 2019, from <https://www.leapaust.com.au/industry-4-0/>
- Ler, E. L. (2006). Intelligent Building Automation System. *Research Project*, 1–52.

- Majeed, A. H. (2014). Arduino Based Home Security System. *Internati Onal Journal of Electronics*, 3(7), 4.
- Martin. (2017). Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future. Retrieved December 16, 2017, from <https://www.cleverism.com/industry-4-0/>
- Mastur, M., Nurikin, M. F., Mohammadzan, A., & Amirkasan, M. Y. (2015). Keslamatan di Sekolah dan Bangunan. Retrieved January 9, 2019, from <http://www.authorstream.com/Presentation/firohar-2511896-keselamatan-di-sekolah/>
- Micheal, V. V., Datu Teng, D. S., & Lim, D. (2013). *Smart School*.
- MIMOS. (2014). National Internet of Things (IoT) Strategic Roadmap, 118.
- MIMOS. (2015). National IoT Strategic Roadmap Summary.
- Mohd Amin, S., A.Ghani, S., & Ab. Latif, A. (2005). *Konsep dan Pelaksanaan Sekolah Selamat*.
- Mohd Ghaffar, M. H. F. (2018). *Sistem Pemantauan Penggunaan Tenaga Elektrik Pintar menggunakan Cloud Storage*.
- More, S. S., Gai, A. A., Sardar, V. S., Rupareliya, C. S., & Talole, P. T. (2017). Home Automation on Android Using Arduino, 2(1), 1–10.
- Munk, J. (2013). Design of Experiments. Retrieved December 24, 2017, from <http://www.sixsigmadaily.com/design-of-experiments-2/>
- Mylonas, G., Amaxilatis, D., Leligou, H., Zahariadis, T., Zacharioudakis, E., Hofstaetter, J., ... Lerch, J. (2017). Addressing behavioral change towards energy efficiency in European educational buildings. *GIoTS 2017 - Global Internet of Things Summit, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/GIOTS.2017.8016258>
- Nakrani, V., Panchal, M., Thakkar, D., Pednekar, S., & Mane, P. Y. (2017). A Review : Internet of Things ( IoT ) Based Smart Home Automation, 231–236.
- Nguyen, T. A., & Aiello, M. (2013). Energy intelligent buildings based on user activity: A survey. *Energy and Buildings*, 56, 244–257. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.09.005>
- Nilson, B. (2015). Is Your School An Internet Of Things Smart School? Retrieved December 20, 2017, from <https://content.extremenetworks.com/extreme-networks-blog/is-your-school-an-internet-of-things-smart-school>
- NIOSH. (2017). Keselamatan Elektrik.

- Nithya.S, M., C, M. A., & M, M. A. (2016). System Automation And Production Monitoring In Industries Using Arduino With IoT Technology. *International Journal Of Engineering And Computer Science*, 05(16029), 16029–16032. <https://doi.org/10.18535/ijecs/v5i3.30>
- Osbert Joel C. (2018, May 29). Current Transformer - Definition, Principle, Equivalent Circuit, Errors, and Types. Retrieved July 2, 2018, from <https://owlcation.com/stem/What-is-a-Current-transformer-How-does-it-work>
- Patterson, M. G. (1996). What is energy efficiency? Concept, indicators and methodological issues, 24(5), 377–390.
- Peter, J. V. (2017). YwRobot Breadboard Power Supply.
- Petrescu, P. de C. (2016). NODEMCU WEB SERVER -. Retrieved June 30, 2018, from <http://hobbyelectro.blogspot.com/2016/01/nodemcu-web-server.html>
- Piddlerintheroot. (2017). 5V Relay (Raspberry Pi). Retrieved July 2, 2018, from <http://www.instructables.com/id/5V-Relay-Raspberry-Pi/>
- Puteh, S. (2017). *Wireless sensor networks*. <https://doi.org/10.1109/ITW.1998.706478>
- Rath, D. K. (2016). Arduino Based: Smart Light Control System, 4(2), 7.
- Razali, Affendy; Mokhtar, Nur Azizah; Alias, Siti Azila; Kamarudin, F. (2017). Kebakaran pusat tahfiz, 7 ditahan | Kes | Berita Harian. *BH Online*.
- Rosli, M. N. (2017). *IOT BASED SECURITY SYSTEM FOR A ONE BED HOSPITAL ROOM*.
- Rouse, M. (2016). What is Internet of Things (IoT)? Retrieved December 20, 2017, from <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing. *Boston Consulting*, (April), 1–5.
- Santos, R. (2016). Monitor Your Door Using Magnetic Reed Switch and Arduino. Retrieved May 7, 2018, from <https://randomnerdtutorials.com/monitor-your-door-using-magnetic-reed-switch-and-arduino/>
- Saraswati, V., Hulseman, T., & Bauer, J. (2017). Energy Efficiency Measures in Oregon Instructional School Facilities Implemented Under SB 1149 , and Improved Student Performance.
- Sarkar, A., Sultana, S., & Rahman, H. (2017). A Smart Control System of Home Appliances using SMS, 7.

- Selamat, A. (2017). Higher Education 4 . 0 : Current Status and Readiness in Meeting the Fourth Industrial Revolution Challenges Our Team Members • Datin Paduka Ir . Dr . Siti Hamisah Tapsir • Assoc . Prof . Dr Marlia Puteh • Prof . Dr Rose Alinda Alias, (August).
- Shanthi, G., & Sundarambal, M. (2015). Design and Implementation of Monitoring and Control System Based on Wireless Sensor Networks for an Energy Conservation in Building, *10*(1), 207–212.
- Sharma, A., Shukla, S., Shukla, P., Singh, A., & Kulkarni, V. (2017). IOT Based Energy Consumption and Security Control In Home Automation System. *Jurnal of Computer Engineering*, 45–49.
- Sindhuja, P., & Balamurugan, M. S. (2015). Smart Power Monitoring and Control System through Internet of things using Cloud Data Storage, 8(August). <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i19/76698>
- SK Tebedu. (2012). Bilik Guru. Retrieved December 23, 2017, from <http://sktebedu.blogspot.my/2009/08/kemudahan-sk-tebedu.html>
- SMK SUNgai Tapang. (2016). Keselamatan di kawasan sekolah. Retrieved December 20, 2017, from [http://www.smksungaitapang.edu.my/POLISI KESELAMATAN SEK.html](http://www.smksungaitapang.edu.my/POLISI%20KESELAMATAN%20SEK.html)
- Sri Supatmi. (2016). PENGARUH SENSOR LDR TERHADAP PENGONTROLAN LAMPU. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, Vol 8(No 2), 175–176.
- Syed Hussain, T. P. R., Ismail, H., & Md Noh, M. K. (2013). Kesedaran Mengenai Penjimatan Tenaga Elektrik dan Kelestarian Alam Sekitar, 14.
- Tariq, W., Mustafa, A., Rasool, Z., Ali, S. M., Khan, S., & Warsi, I. (2012). Building Management System for IQRA University, 2(2), 106–109.
- Tenaga, S. (2015). *Maklumat Prestasi dan Statistik Industri Pembekalan Elektrik di Malaysia*.
- Thaker, T. (2016). ESP8266 based implementation of wireless sensor network with Linux based web-server. *2016 Symposium on Colossal Data Analysis and Networking, CDAN 2016*. <https://doi.org/10.1109/CDAN.2016.7570919>
- TheCircuit. (2017, August 5). Interface Relay Module With NodeMCU. Retrieved July 2, 2018, from <http://www.instructables.com/id/Interface-Relay-Module-With-NodeMCU/>
- Turang, D. A. O. (2015). PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE, 11.



- Vijay, R., & Sainag, T. (2017). Smart Home Wireless Automation Technology using Arduino based on IOT, *7109*, 38–45.
- Wei, C., & Li, Y. (2011). Design of energy consumption monitoring and energy-saving management system of intelligent building based on the Internet of things. *2011 International Conference on Electronics, Communications and Control, ICECC 2011*, 3650–3652. <https://doi.org/10.1109/ICECC.2011.6066758>
- Wei, M., Patadia, S., & Kammen, D. M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?, *38*(2), 919–931.
- Zainurul;Rafiza;Azimah. (2011). Kajian Kes Sekolah: Pencerobohan Orang Kurang Siuman di SK. Kubang Lintah. Retrieved November 17, 2017, from <http://azaiza.blogspot.my/2011/04/kajia-kes-sekolah-pencerobohan-orang.html>
- Zerynth. (2015). *Lolin-Node-MCU-IO-Pin-Map-Arduino-IDE.png* (457×559). Retrieved December 25, 2018, from <https://i1.wp.com/henrysbench.capnfatz.com/wp-content/uploads/2016/12/Lolin-Node-MCU-IO-Pin-Map-Arduino-IDE.png>
- Zhou, H. (2013). *The Internet of Things in the Cloud: A Middleware Perspective* (1 edition). CRC Press.

